

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **03-075712**

(43)Date of publication of application : **29.03.1991**

(51)Int.CI.

G02B 15/20

G02B 13/18

(21)Application number : **01-212675**

(71)Applicant : **NIKON CORP**

(22)Date of filing : **18.08.1989**

(72)Inventor : **SHIBAYAMA ATSUSHI**

(54) ZOOM LENS

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the zoom lens which exhibits an excellent image-forming property with a smaller number of lens elements by expanding an air spacing between a 1st lens group G1 and a 2nd lens group G2, reducing the same between the lens groups G2 and a 3rd lens groups G3 and changing the same between the lens groups G3 and a 4th lens groups G4 at the time of variable power from a wide angle end to a telephoto end and providing specified conditions.

$$-0.6 < f_{22} / f_w < -0.4$$

$$-1.1 < f_{22p} / f_w < -0.5$$

$$|v_{22p} - v_{22n}| > 1.9$$

CONSTITUTION: While the air spacing between the 1st lens group G1 and the 2nd lens group G2 is expanded, the air spacing between the lens group G2 and the 3rd lens group G3 is reduced and the air spacing between the lens group G3 and the 4th lens group G4 is changed to satisfy the conditions expressed by inequalities at the time of the variable power from the wide angle end to the telephoto end. In the inequalities, the focal length at the wide angle end of the zoom lens is designated as fw, the focal length of the lens group G2 as f2, the focal length of the combined negative lens L22 in the lens group G2 as f22, the Abbe number of the positive lens L22p in the combined negative lens L22 in the lens group L22p in the combined negative lens L22 in the lens group G2 as v22p, and the Abbe number of the negative lens L22n in the combined negative lens L22 in the lens group G2 as v22n. The excellent image-forming property is exhibited by the small number of the lens elements in this way and the weight of the lens is reduced; in addition, the portability and operability are improved.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



⑩ 日本国特許庁 (JP) ⑪ 特許出願公開
 ⑫ 公開特許公報 (A) 平3-75712

⑬ Int. Cl.
 G 02 B 15/20
 13/18

識別記号 庁内整理番号
 8106-2H
 8106-2H

⑭ 公開 平成3年(1991)3月29日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全13頁)

⑮ 発明の名称 ズームレンズ

⑯ 特願 平1-212675
 ⑰ 出願 平1(1989)8月18日

⑱ 発明者 芝山 敦史 東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式会社ニコン大井
 製作所内

⑲ 出願人 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

⑳ 代理人 弁理士 渡辺 隆男

明細書

1. 発明の名称

ズームレンズ

2. 特許請求の範囲

(1) 正の屈折力を有する第1レンズ群G₁と、負の屈折力を有する第2レンズ群G₂と、正の屈折力を有する第3レンズ群G₃と、正の屈折力を有する第4レンズ群G₄とを有するズームレンズにおいて、前記第2レンズ群G₂は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL₁₁と、正レンズL₁₂と負レンズL₁₃との接合よりなる接合負レンズL₁₄と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL₂₁よりなり。

広角端から望遠端への変倍に際して、前記第1レンズ群G₁と第2レンズ群G₂との空気間隔を拡大しつつ、前記第2レンズ群G₂と前記第3レンズ群G₃との空気間隔を縮小し、さらに前記第3レンズ群G₃と前記第4レンズ群G₄との空気間隔を変化させ、以下の条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

$$-0.6 < f_{11} / f_v < -0.4 \quad (1)$$

$$-1.1 < f_{11} / f_v < -0.5 \quad (2)$$

$$f_{11} - f_{21} > 1.9 \quad (3)$$

但し、

f_v : ズームレンズの広角端での焦点距離。

f₁₁ : 前記第2レンズ群G₂の焦点距離。

f₂₁ : 前記第2レンズ群中の接合負レンズL₁₄の焦点距離。

f₁₂ : 前記第2レンズ群G₂における接合負レンズL₁₄中の正レンズL₁₂のアーベ数。

f₁₃ : 前記第2レンズ群G₂における接合負レンズL₁₄中の負レンズL₁₃のアーベ数。

(2) 前記第2レンズ群中の接合負レンズL₁₄は、物体側から順に、鏡側に凸面を向けた正メニスカスレンズL₂₁と、これに接合されて物体側により曲率の強い面を向けた負レンズL₂₂とからなり、以下の条件を満足することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のズームレンズ。

$$-0.65 < r_{21} / f_v < -0.3 \quad (4)$$

但し、

特開平3-75712(2)

r_{11} : 前記第2レンズ群中の接合負レンズ L_{11} の接合面の曲率半径。

(3)前記第2レンズ群中の接合負レンズ L_{11} は、物体側から順に、両凹形状の負レンズ L_{111} と、これに接合されて物体側により曲率の強い面を向けた正レンズ L_{112} とからなり、以下の条件を満足することを特徴とする特許請求の範囲第1項記載のズームレンズ。

$$0.79 < r_{11} / f_v < 2 \quad (5)$$

但し、

r_{11} : 前記第2レンズ群中の接合負レンズ L_{11} の接合面の曲率半径。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は電子スチールカメラ、一眼レフカメラ等のズームレンズに関するものであり、特に、最大画角60°以上の広画角を含み、ズーム比が3倍程度のズームレンズに関する。

(従来の技術)

最大画角60°を含む3倍程度のズームレンズで第

2レンズ群 G_2 の成る、体側から順に、負レンズ L_{21} 、接合負レンズ L_{22} 、正レンズ L_{23} としたものは從来から数多く知られており、例えば、特開昭57-192918号公報等が提案されている。

(発明が解決しようとする課題)

しかし、特開昭57-192918号公報で開示されたものは、レンズ構成枚数が多く、一眼レフ用のレンズとしては安価に提供することが困難となる。さらに、広角でのレンズ全長が143mmと長く、携帯性の点でも問題がある。

そこで、本発明は上記の問題を解決するためになされたものであり、少ないレンズ構成枚数によりコンパクトで携帯性に有利な形状を有しながらも、高ズーム比と優れた結像性能を有する高性能なズームレンズを提供することを目的としている。

具体的には、13枚程度のレンズ構成に抑えて、コストの低減が図れ、またレンズ全長を120mm程度に抑えて携帯性にも有利な構成を実現し、広角端から望遠端にわたり諸収差を良好に補正できるズームレンズを提供することにある。

$$-0.8 < f_{11} / f_v < -0.4 \quad (1)$$

$$-1.1 < f_{11} / f_v < -0.5 \quad (2)$$

$$r_{111} - r_{112} > 1.9 \quad (3)$$

但し、

f_v : ズームレンズの広角端での焦点距離。

f_{11} : 前記第2レンズ群 G_2 の焦点距離。

r_{111} : 前記第2レンズ群中の接合負レンズ L_{11} の焦点距離。

r_{112} : 前記第2レンズ群 G_2 における接合負レンズ L_{11} 中の正レンズ L_{112} のアベ数。

r_{113} : 前記第2レンズ群 G_2 における接合負レンズ L_{11} 中の負レンズ L_{111} のアベ数。

また、前記第2レンズ群中の接合負レンズ L_{11} を物体側から順に、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L_{111} と、これに接合されて物体側により曲率の強い面を向けた負レンズ L_{112} とから構成することが望ましく、このとき、以下の条件を満足することがより好ましい。

$$-0.65 < r_{11} / f_v < -0.3 \quad (4)$$

但し、

r_{11} : 前記第2レンズ群中の接合負レンズ L_{11} の接合面の曲率半径。

これに対し、前記第2レンズ群中の接合負レンズ L_{11} を物体側から順に、両凹形状の負レンズ L_{11} と、これに接合されて物体側により曲率の強い面を向けた正レンズ L_{12} とから構成しても良い。このとき、以下の条件を満足することがより望ましい。

$$0.79 < r_{11} / f_w < 2 \quad (5)$$

但し、

r_{11} : 前記第2レンズ群中の接合負レンズ L_{11} の接合面の曲率半径。

(作用)

本発明のズームレンズについての変倍は、主に第1レンズ群 G_1 と第2レンズ群 G_2 との空気間隔及び第2レンズ群 G_2 と第3レンズ群 G_3 との空気間隔を変化させることにより効率良く行っている。

この構成に基づいて、レンズ全長のコンパクト化を図りつつ、高いズーム比を達成するには、第2レンズ群の屈折力（パワー）を強くした構成を

用いて、第2レンズ群 G_2 のレンズ総厚を薄くする必要がある。

この構成を実現するために、本発明は第2レンズ群 G_2 を、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L_{11} と、接合負レンズ L_{12} と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズ L_{13} とからなる構成を採用することにより、この第2レンズ群 G_2 の薄肉化を実現している。

そして、本発明は、高ズーム比化を図りつつ、良好なる諸収差バランスとコンパクト化とを両立させるために、今述べた第2レンズ群 G_2 の構成に基づいて、条件（1）～（3）を満足するように構成したものである。

条件（1）は第2レンズ群 G_2 の最適な屈折力、すなわち最適な焦点距離を条件（1）で規定している。

条件（1）の下限を越えると、第2レンズ群 G_2 の焦点距離が長くなるため、高ズーム比化を図ると、変倍に伴うレンズ群の移動量が大きくなり、レンズ全長が長くなつて、コンパクト化に反する

ため好ましくない。反対に条件（1）の上限を越えると、第2レンズ群 G_2 の焦点距離が短くなり、球面収差、像面弯曲及びコマ収差等の補正が極めて困難となる。

尚、条件（1）においてよりコンパクト化を達成するには、下限値を-0.5とし、この範囲を満足するように構成することが望ましい。

さて、上記の条件（1）を満足するように第2レンズ群 G_2 を構成すると、この第2レンズ群 G_2 の負のパワーは基本的に強くなるため、一般に収差補正が難しくなる傾向にある。

そこで、本発明においては、この第2レンズ群 G_2 を構成する負レンズ L_{11} と接合負レンズ L_{12} とで負のパワーを適切に分担することにより、良好なる収差補正を実現している。

この負のパワーについての最適な分担については、条件（2）で規定している接合負レンズ L_{12} の最適な焦点距離の範囲で代表される。

この条件（2）の下限を越えると、第2レンズ群中の接合負レンズ L_{12} の焦点距離が長くなつて

パワーが弱くなる一方、第2レンズ群中の負レンズ L_{11} のパワーを強めなければならない。すると、負レンズ L_{11} で発生する像面弯曲及びコマ収差等の諸収差が過大に発生し、補正が困難となる。逆に条件（2）の上限を越えると、接合負レンズ L_{12} の焦点距離が短くなつてパワーが強くなり、この接合負レンズ L_{12} の物体側の面の曲率半径が小さくなる。すると、この接合負レンズ L_{12} 、物体側の面で発生する像面弯曲及びコマ収差等の諸収差の補正が困難となる。

さて、第2レンズ群 G_2 における接合負レンズ L_{12} は色収差補正に課題している。そして、この接合負レンズ L_{12} の色収差補正の機能を十分に発揮させるために、条件（3）において、接合負レンズ L_{12} を構成する正レンズ L_{13} と、負レンズ L_{11} との最適なアッペルの差を規定している。

この条件の範囲を越えると、第2レンズ群 G_2 における色収差補正が不十分となり、その結果、ズーミングによる軸上色収差及び倍率色収差の変動が過大となる。

ここで、第2レンズ群G₂における接合負レンズL₁₁を構成する各レンズを物体側から順に、負・正あるいは正・負の構成とすることができますが、より軸上色収差及び倍率色収差を極めてバランス良く補正するには、この各々の構成における各々の接合面の最適な曲率を規定する必要がある。

そこで、条件(4)は、第2レンズ群G₂における接合負レンズL₁₁を、物体側から順に、正レンズL₁₂と、これに接合される負レンズL₁₃とで構成した場合における接合面での最適な曲率半径を規定している。

この条件(4)の下限を越えると、第2レンズ群G₂における接合負レンズL₁₁の接合面の曲率が弱くなり、第2レンズ群G₂での軸上色収差及び倍率色収差の補正が不十分となり、この両色収差のバランスが大きく崩れる。逆に、条件(4)の上限を越えると、第2レンズ群G₂における接合負レンズL₁₁の接合面の曲率が強くなり過ぎ、倍率色収差に高次の曲がりが発生するため好ましくない。

また、条件(5)は第2レンズ群G₂における接

合負レンズL₁₁を、物体側から順に、負レンズL₁₂と、これに接合される正レンズL₁₃とで構成した場合における接合面での最適な曲率半径を規定している。

この条件(5)の上限を越えると、第2レンズ群G₂における接合負レンズL₁₁の接合面の曲率が弱くなり、第2レンズ群G₂での軸上色収差及び倍率色収差の補正が不十分となり、この両色収差のバランスが大きく崩れる。逆に、条件(5)の下限を越えると、第2レンズ群G₂における接合負レンズL₁₁の接合面の曲率が強くなり過ぎ、球面収差に高次の曲がりが発生し、特に、g線(435.8nm)の球面収差に高次の曲がりが発生する。このため、ズームレンズ全体ではg線の球面収差が補正不足の状態を呈し好ましくない。

さらに、本発明において、レンズ全長のコンパクト化及び高ズーム比化を図りつつ、良好なる収差補正を確実に達成するには、以下の条件を満足することが望ましい。

$$-3 < f_{11}/f_2 < -2 \quad (6)$$

$$-4.2 < f_{11}/f_2 < -2.9 \quad (7)$$

但し、

f₁₁: 第2レンズ群G₂の焦点距離。

f₂: 第3レンズ群G₃の焦点距離。

f₃: 第4レンズ群G₄の焦点距離。

条件(6)は第3レンズ群G₃についての最適な焦点距離を規定するものである。

条件(6)の下限を越えると、諸収差の補正には有利となるものの、レンズ全長のコンパクト化が困難となる。逆に条件(6)の上限を越えると、少ないレンズ構成枚数で諸収差を良好に補正することが困難となり好ましくない。

条件(7)は第4レンズ群G₄の最適な焦点距離を規定するものである。

条件(7)の上限及び下限を越えると、ズーミングによる諸収差の変動を小さく抑えることが困難となり好ましくない。

また、ズームレンズ全体の良好なる収差バランスを達成するには、以下の条件を満足することが望ましい。

$$1 < f_{11}/f_2 < 1.8 \quad (8)$$

f₁₁: 第2レンズ群中の負レンズL₁₁の焦点距離。

f₂: 第2レンズ群中の接合負レンズL₁₁の焦点距離。

条件(8)は第2レンズ群G₂における負レンズL₁₁と接合負レンズL₁₁との最適なパワー配分を規定するものである。この両者のレンズの屈折力配分は先の条件(2)で述べた如く、像面弯曲やコマ収差の補正に対して極めて重要であるが、条件(8)は、これらの収差の良好にバランスさせるためのものである。

条件(8)の上限を越えると、第2レンズ群G₂における負レンズL₁₁に分担される負の屈折力が過大となるため、像面弯曲、コマ収差等の収差バランスが大きく崩れて補正が困難となる。逆に条件(8)の下限を越えると、第2レンズ群G₂における接合負レンズL₁₁に分担される負の屈折力が過大となるため、像面弯曲、コマ収差等の収差バランスが大きく崩れて補正が困難となる。

さらに、収差補正上の自由度を向上させつつ、

諸収差を極めてバランス良く補正するには、第2レンズ群G₂中に非球面を設けることが効果的である。

このとき、第2レンズ群G₂と第3レンズ群G₃との間に光絞り（開口絞り）を配置し、第2レンズ群G₂における最も物体側に位置する負メニスカスレンズL₁₂あるいは接合負レンズL₁₂における光絞りから比較的離れた物体側面を非球面形状で構成すると、軸外光線により発生する軸外収差、特に非点収差及びコマ収差を効果的に補正することが可能となる。

具体的には、光軸から周辺へ行くに従って、負メニスカスレンズL₁₂あるいは接合負レンズL₁₂の負の屈折力が漸進的に強くなるように構成することが良い。

このとき、非球面形状は、以下の条件を満足することがより好ましい。

$$X(\ell/3) - X_0(\ell/3) < 0 \quad (9)$$

但し、

$$X(y) = X_0(y) + C_1 y^4 + C_2 y^6$$

分な収差補正を果たすには、第1レンズ群G₁が、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL₁₁と、正レンズL₁₂と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL₁₃とを有するよう構成するのが好ましい。すると、球面収差及び像面湾曲をバランス良く補正できる。また、負メニスカスレンズL₁₁と正レンズL₁₂とを接合しても良く、このとき、第1レンズ群内の偏芯が取りにくいと言う製造上の利点がある。

また、第3レンズ群G₃が、物体側から順に、両凸形状の正レンズL₃₁と、両凸形状の正レンズL₃₂と両凹形状の負レンズL₃₃よりなる接合レンズL₃₄を有するように構成するのが好ましい。このレンズ構成により球面収差及び色収差の補正に対して極めて有利となる。

さらに、球面収差、色収差及びベッツバール和の良好なる補正を確実に実現するには、以下の条件を満足することが望ましい。

$$0.26 < n_{31} - n_{33} \quad (10)$$

$$-1.1 < r_{31}/f_3 < -0.46 \quad (11)$$

$$+ C_1 y^4 + C_2 y^6 \\ X_0(y) = \frac{y^4}{R(1 + \sqrt{1 - y^2/R^2})}$$

R : 最大復高。

y : 光軸からの高さ。

R : 近軸基準球面の曲率半径。

C_i : 非球面係数 ($i = 4, 6, 8, 10$)

$X(y)$: 非球面の頂点における接平面からの高さ
 y における非球面上の位置までの光軸方向に沿った距離。

$X_0(y)$: 非球面の頂点における接平面からの高さ
 y における非球面の近軸基準球面上の位置までの光軸方向に沿った距離。

この条件(9)を満足するように非球面を構成すると、主に、広角端において発生する非点収差により負の方向へ過大となりがちなメリジオナル像面弯曲の正の方向の補正と、望遠端において補正不足となりがちな球面収差の補正とを共にバランス良く達成することができる。

さて、本発明のズームレンズにおいてさらに十

但し、
 n_{31} : 第3レンズ群中の接合レンズL₃₁中の両凸正レンズL₃₁₁のd線 (587.6nm)に対する屈折率。

n_{33} : 第3レンズ群中の接合レンズL₃₃中の両凹負レンズL₃₃₃のd線 (587.6nm)に対する屈折率。

r_{31} : 第3レンズ群中の接合レンズL₃₁の接合面の曲率半径。

f_3 : 第3レンズ群G₃の焦点距離。

条件(10)は球面収差及びベッツバール和の補正に関するものである。この条件の範囲を越えると、球面収差の補正が困難となるばかりか、ベッツバール和が負の方向へ過大となるため好ましくない。

条件(11)は球面収差及び色収差の補正に関するものである。本発明は第3レンズ群G₃の接合レンズL₃₁の接合面を、球面収差の補正に作用させていることは勿論のこと、色収差の補正にも効果的に作用させている。

条件(11)の上限を越えると、接合レンズL₁₁の接合面の曲率が強くなり過ぎ、高次の球面収差の発生が甚大となり補正が困難となるばかりか、その他の収差の補正も困難となる。反対に下限を越えると、接合レンズL₁₁の接合面の曲率が弱くなり、色収差及び球面収差を十分に補正することが困難となる。

また、第4レンズ群G₄を、物体側から順に、正レンズL₁₁と、両凸形状の正レンズL₁₂と、物体側により強い曲率の面を向けた負レンズL₁₃を有するように構成することが好ましい。すると、この構成により、球面収差を始めとした諸収差の補正に有利となり、さらにはレンズ系の全長の短縮(コンパクト)化に極めて有利となる。

以上の如く構成すれば、レンズ系のバックフォーカスを、カメラ本体側に設けられたクイックリターンミラーに接触しない程度まで短くすることができ、全長のコンパクト化に寄与させることができる。

(実施例)

本発明のズームレンズはいずれも焦点距離fが35~103でFナンバーが3.5~4.6程度を有するものである。

以下に、本発明の実施例について説明する。第1図、第3図、第5図にはそれぞれ第1~第3実施例のレンズ構成図を示している。

各実施例におけるズームレンズは、図示の如く、物体側から順に、第1レンズ群G₁が物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL₁₁と、これに接合された両凸形状の正レンズL₁₂と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL₁₃とからなり、第2レンズ群G₂が、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL₂₁と、像側に凸面を向けた正メニスカスレンズL₂₂とこれに接合されて物体側により強い曲率の面を向けた負レンズL₂₃とからなる接合負レンズL₂₄と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL₃₁と、両凸形状の正レンズL₃₂と両凹負レンズL₃₃との接合よりなり全体として物体側に凸面を向けたメニスカスレンズ形状の

接合レンズL₁₁とよりなり、第4レンズ群G₄が像側により強い曲率の面を向けた正レンズL₄₁と、両凸形状の正レンズL₄₂と、物体側により強い曲率の面を向けた負レンズL₄₃とからなるように構成されている。

また、第4、第5実施例のズームレンズにおいては、それぞれ第7図、第8図に示す如く、上記の実施例とほぼ同様なレンズ構成を有しているが、第2レンズ群G₂が、物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズL₂₁と、両凹形状の負レンズL₂₂とこれに接合されて物体側により強い凸面を向けた正レンズL₂₃とよりなる接合負レンズL₂₄と、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズL₃₁よりなっている。

各実施例とも図示の如く、広角端から望遠端へのズーミングに際しては、第1レンズ群G₁と第2レンズ群G₂との空気間隔が拡大しつつ、第2レンズ群G₂と第3レンズ群G₃との空気間隔が縮小し、さらに第3レンズ群G₃と第4レンズ群G₄との空気間隔が変化する。

このとき、第1、第2、第4及び第5実施例については、各レンズ群が物体側へ移動する構成を有しており、第3実施例については、第2レンズ群G₂が固定された状態で、それ以外のレンズ群が物体側へ移動する構成を有している。

また、第1、第3、第4及び第5実施例については、第2レンズ群G₂の最も物体側に位置する負メニスカスレンズL₂₁の物体側面に非球面が設けられており、第2実施例については、第2レンズ群中の接合負レンズL₂₄の物体側面に非球面が設けられている。

各レンズ構成図に示したS₁は虹彩絞り(開口絞り)、S₂はフレアー防止のためのフレアーアーリ(フレアーストッパー)を表している。このフレアーアーリはズーミングに際して第3レンズ群G₃と一体的に移動して、主に、画面の中間面角でのコマフレアーの除去に対し効果的に機能している。

さて、以下の表1~表5にて、それぞれ順に第1~第5実施例の諸元の値を掲げる。表中、左端の数字は物体側からの順序を表し、rはレンズ面

特開平3-75712(7)

の曲率半径、 d はレンズ厚及びレンズ面間隔、アベ数(Abbe)及び屈折率 n は d 領に対する値を表し、 f はズームレンズの焦点距離を示している。また、各表中には、第2レンズ群中に設けられた非球面形状を以下に示す非球面方程式にて示している。

$$X(y) = \frac{y^4}{R(1 + \sqrt{1 - y^2/R^2})} + C_1 y^2 + C_2 y^4 + C_3 y^6 + C_4 y^8$$

但し、 $X(y)$ は非球面の頂点における接平面から高さ y における非球面上の位置までの光軸方向に沿った距離、 R は近軸の曲率半径、 C_i は非球面係数であり、 10^{-6} を $E-6$ として表している。

図1 (第1実験例)

焦点距離: $f = 38.03 \sim 103.01$ 、屈角: $2\alpha = 64.7^\circ \sim 22.8^\circ$
アナンバー: $F_{\infty} = 3.0 \sim 4.0$

r	d	Abbe	n
1	110.343	1.50	23.0
2	50.652	7.30	58.0
3	-122.360	0.10	
4	33.394	8.00	51.1
5	51.678	1.55	
6	51.493	1.50	23.0
7	10.662	5.10	
8	-24.720	2.00	25.5
9	-14.340	1.30	49.4
10	410.280	0.20	
11	30.648	1.50	23.0
12	84.282	14.33	
13	48.210	1.50	64.1
14	-37.503	0.10	
15	21.287	6.10	58.0
16	-21.243	3.00	23.0
17	48.781	0.65	
18	240.248	4.50	23.0
19	-23.800	0.10	
20	51.710	3.30	58.0
21	-72.874	2.40	
22	-10.340	1.30	49.4
23	-285.532	41.10	
1	38.0320	60.0340	103.0120
4.5	1.3511	12.3900	23.1004
412	14.3320	8.2455	8.2345
417	0.4554	8.2345	7.8985
41	41.2000	51.6448	50.3303

図2 (第2実験例)

焦点距離: $f = -8.3816E-05 \sim 0.83438E-07$
 $C_1 = -0.63075E-09$, $C_2 = -0.28648E-11$

図2 (第2実験例)

焦点距離: $f = 38.03 \sim 103.01$ 、屈角: $2\alpha = 64.7^\circ \sim 22.8^\circ$
アナンバー: $F_{\infty} = 3.0 \sim 4.0$

r	d	Abbe	n
1	110.343	1.50	23.0
2	50.652	7.30	58.0
3	-122.360	0.10	
4	33.394	8.00	51.1
5	51.677	1.70	
6	50.328	1.50	57.0
7	10.626	5.10	
8	-24.705	2.40	25.5
9	-14.325	1.30	47.5
10	-1100.567	0.20	
11	51.517	2.30	25.5
12	70.772	14.24	
13	47.032	0.50	64.1
14	-38.370	0.10	
15	20.376	6.20	58.4
16	-21.370	3.00	33.0
17	50.632	0.11	
18	250.270	4.50	64.0
19	-22.902	0.10	
20	70.513	3.30	58.0
21	-60.600	2.40	
22	-10.430	1.30	48.9
23	-287.650	41.41	
1	38.0320	60.0347	103.0125
4.5	1.7002	12.3900	23.3455
412	14.3375	-8.1700	8.1500
417	0.3067	7.7370	7.9770
41	41.4120	51.3374	50.7450

図3 (第3実験例)

焦点距離: $f = -36.03 \sim 103.00$ 、屈角: $2\alpha = 64.7^\circ \sim 22.8^\circ$
アナンバー: $F_{\infty} = 3.0 \sim 4.0$

r	d	Abbe	n
1	110.343	1.50	23.0
2	50.652	7.30	58.0
3	-122.360	0.10	
4	33.390	8.00	51.1
5	51.677	1.82	
6	51.000	1.50	58.0
7	10.600	5.10	
8	-24.700	2.40	25.5
9	-14.300	1.30	47.5
10	172.320	0.20	
11	20.000	2.30	25.5
12	80.702	14.47	
13	49.955	0.50	64.1
14	-38.000	0.10	
15	21.700	6.20	58.4
16	-21.650	3.00	33.0
17	50.600	0.60	
18	202.077	4.50	64.0
19	-22.922	0.10	
20	50.750	3.30	58.0
21	-61.120	2.40	
22	-10.581	1.30	48.9
23	-274.620	41.40	
1	36.0320	60.0007	103.0100
4.5	1.8182	14.0331	23.3505
412	14.4610	8.0867	8.1407
417	0.7074	7.5612	7.8439
41	41.4120	50.3064	50.8200

図3 (第3実験例)

焦点距離: $f = -36.03 \sim 103.00$ 、屈角: $2\alpha = 64.7^\circ \sim 22.8^\circ$
アナンバー: $F_{\infty} = 3.0 \sim 4.0$

r	d	Abbe	n
1	110.343	1.50	23.0
2	50.652	7.30	58.0
3	-122.360	0.10	
4	33.390	8.00	51.1
5	51.677	1.82	
6	51.000	1.50	58.0
7	10.600	5.10	
8	-24.700	2.40	25.5
9	-14.300	1.30	47.5
10	172.320	0.20	
11	20.000	2.30	25.5
12	80.702	14.47	
13	49.955	0.50	64.1
14	-38.000	0.10	
15	21.700	6.20	58.4
16	-21.650	3.00	33.0
17	50.600	0.60	
18	202.077	4.50	64.0
19	-22.922	0.10	
20	50.750	3.30	58.0
21	-61.120	2.40	
22	-10.581	1.30	48.9
23	-274.620	41.40	
1	36.0320	60.0007	103.0100
4.5	1.8182	14.0331	23.3505
412	14.4610	8.0867	8.1407
417	0.7074	7.5612	7.8439
41	41.4120	50.3064	50.8200

図4 (第4実験例)

焦点距離: $f = -36.03 \sim 103.00$ 、屈角: $2\alpha = 64.7^\circ \sim 22.8^\circ$
アナンバー: $F_{\infty} = 3.0 \sim 4.0$

r	d	Abbe	n
1	110.343	1.50	23.0
2	50.652	7.30	58.0
3	-122.360	0.10	
4	33.390	8.00	51.1
5	51.677	1.82	
6	51.000	1.50	58.0
7	10.600	5.10	
8	-24.700	2.40	25.5
9	-14.300	1.30	47.5
10	172.320	0.20	
11	20.000	2.30	25.5
12	80.702	14.47	
13	49.955	0.50	64.1
14	-38.000	0.10	
15	21.700	6.20	58.4
16	-21.650	3.00	33.0
17	50.600	0.60	
18	202.077	4.50	64.0
19	-22.922	0.10	
20	50.750	3.30	58.0
21	-61.120	2.40	
22	-10.581	1.30	48.9
23	-274.620	41.40	
1	36.0320	60.0007	103.0100
4.5	1.8182	14.0331	23.3505
412	14.4610	8.0867	8.1407
417	0.7074	7.5612	7.8439
41	41.4120	50.3064	50.8200

図5 (第5実験例)

焦点距離: $f = -36.03 \sim 103.00$ 、屈角: $2\alpha = 64.7^\circ \sim 22.8^\circ$
アナンバー: $F_{\infty} = 3.0 \sim 4.0$

r	d	Abbe	n
1	110.343	1.50	23.0
2	50.652	7.30	58.0
3	-122.360	0.10	
4	33.390	8.00	51.1
5	51.677	1.82	
6	51.000	1.50	58.0
7	10.600	5.10	
8	-24.700	2.40	25.5
9	-14.300	1.30	47.5
10	172.320	0.20	
11	20.000	2.30	25.5
12	80.702	14.47	
13	49.955	0.50	64.1
14	-38.000	0.10	
15	21.700	6.20	58.4
16	-21.650	3.00	33.0
17	50.600	0.60	
18	202.077	4.50	64.0
19	-22.922	0.10	
20	50.750	3.30	58.0
21	-61.120	2.40	
22	-10.581	1.30	48.9
23	-274.620	41.40	
1	36.0320	60.0007	103.0100
4.5	1.8182	14.0331	23.3505
412	14.4610	8.0867	8.1407
417	0.7074	7.5612	7.8439
41	41.4120	50.3064	50.8200

図6 (第6実験例)

焦点距離: $f = -36.03 \sim 103.00$ 、屈角: $2\alpha = 64.7^\circ \sim 22.8^\circ$
アナンバー: $F_{\infty} = 3.0 \sim 4.0$

r	d	Abbe	n
1	110.343	1.50	23.0
2	50.652	7.30	58.0
3	-122.360	0.10	
4	33.390	8.00	51.1
5	51.677	1.82	
6	51.000	1.50	58.0
7	10.600	5.10	
8	-24.700	2.40	25.5
9	-14.300	1.30	47.5
10	172.320	0.20	
11	20.000	2.30	25.5
12	80.702	14.47	
13	49.955	0.50	64.1
14	-38.000	0.10	
15	21.700	6.20	58.4
16	-21.650	3.00	33.0
17	50.600	0.60	
18	202.077	4.50	64.0
19	-22.922	0.10	
20	50.750	3.30	58.0
21	-61.120	2.40	
22	-10.581	1.30	48.9
23	-274.620	41.40	
1	36.0320	60.0007	103.0100
4.5	1.8182	14.0331	23.3505
412	14.4610	8.0867	8.1407
417	0.7074	7.5612	7.8439
41	41.4120	50.3064	50.8200

図7 (第7実験例

表4(第4回鏡面)

焦点距離: $f = 36.03 \sim 103.01$ 、面内: $2w = 64.7^\circ \sim 22.8^\circ$
Fナンバー: $F_n = 2.9 \sim 4.6$

	r	d	A_{11}	θ
1	118.125	1.50	23.0	1.88074
2	57.134	7.30	20.0	1.51880
3	-120.031	0.10		
4	33.640	3.50	20.0	1.88180
5	54.282	1.33		
6	52.180	1.50	27.5	1.87025
7	13.713	5.10		
8	-24.918	1.10	52.3	1.74810
9	32.886	2.30	23.0	1.88074
10	167.263	0.10		
11	27.486	1.00	25.5	1.88458
12	52.450	15.02		
13	51.155	3.50	20.0	1.51880
14	-38.045	0.10		
15	20.581	0.20	20.4	1.50187
16	-21.902	3.00	23.0	1.88384
17	64.666	8.89		
18	-7824.811	4.50	20.0	1.88644
19	-23.170	0.10		
20	70.513	3.30	27.0	1.82280
21	-51.820	2.40		
22	-10.480	1.20	40.0	1.78821
23	-325.850	41.74		
1	36.0327	60.0344	103.0112	
4	5	1.3272	12.1730	22.8825
412	15.0109	0.9324	2.9814	
417	8.8925	7.5245	7.1846	
417	41.7425	51.8867	60.0720	

表5(第5回鏡面)

焦点距離: $f = 39.03 \sim 103.01$ 、面内: $2w = 64.7^\circ \sim 22.8^\circ$
Fナンバー: $F_n = 2.9 \sim 4.6$

表5(第5回鏡面)

焦点距離: $f = 39.03 \sim 103.01$ 、面内: $2w = 64.7^\circ \sim 22.8^\circ$
Fナンバー: $F_n = 2.9 \sim 4.6$

	r	d	A_{11}	θ
1	117.148	1.50	23.0	1.88074
2	58.914	7.30	20.0	1.51880
3	-120.031	0.10		
4	34.824	3.50	20.0	1.88180
5	58.817	1.42		
6	40.701	1.50	27.5	1.87025
7	13.887	5.10		
8	-24.441	1.10	52.3	1.74810
9	34.076	2.30	23.0	1.88074
10	155.093	0.10		
11	27.849	1.00	25.5	1.88458
12	55.684	14.05		
13	40.886	3.00	20.0	1.51880
14	-42.720	0.10		
15	22.781	0.20	20.4	1.50187
16	-20.659	3.00	23.0	1.88384
17	76.686	8.01		
18	-10952.861	4.50	20.0	1.88644
19	-29.332	0.10		
20	79.500	3.30	27.0	1.82280
21	-51.788	2.40		
22	-10.553	1.20	40.0	1.78821
23	-297.886	41.82		
1	36.0325	60.0339	103.0097	
4	5	1.3211	12.2880	22.9704
412	14.0409	0.8594	2.8484	
417	8.8121	7.4442	7.0843	
417	41.7411	51.9610	60.1462	

表6(第6回鏡面)

焦点距離: $f = 36.03 \sim 103.01$ 、面内: $2w = 64.7^\circ \sim 22.8^\circ$
 $C_1 = -0.37438 \times 10^{-5}$, $C_2 = -0.68358 \times 10^{-7}$
 $C_3 = 0.42122 \times 10^{-6}$, $C_4 = -0.16778 \times 10^{-11}$

以下の表6にて本発明による各実施例について

の条件対応値を掲げる。

表6(条件対応値)

実施例	$\frac{f_s}{f_w}$	$\frac{f_{s1}}{f_w}$	E	$\frac{r_{s1}}{f_w}$	$\frac{f_s}{f_s}$
1	-0.466	-0.862	23.9	-0.398	-2.221
2	-0.466	-0.888	22.0	-0.388	-2.221
3	-0.466	-0.830	26.8	-0.451	-2.221
4	-0.466	-0.869	29.3	0.913	-2.221
5	-0.466	-0.839	29.3	0.946	-2.221

表6(続表)

実施例	$\frac{f_s}{f_s}$	$\frac{f_{s1}}{f_s}$	F	G	$\frac{r_{s1}}{f_s}$
1	-3.672	1.228	-0.017	0.3025	-0.570
2	-3.672	1.313	-0.020	0.3025	-0.578
3	-3.672	1.249	-0.020	0.3025	-0.580
4	-3.672	1.229	-0.017	0.3025	-0.571
5	-3.672	1.168	-0.017	0.3025	-0.554

但し、

$$E = v_{s1} - v_{s2}$$

$$F = X(\ell/3) - X_s(\ell/3), \ell = 21.6$$

$$G = n_{s1} - n_{s2}$$

である。

また、第2図、第4図、第6図、第8図及び第10図はそれぞれ順に本発明の第1～第5実施例における収差図を示しており、(a)は広角端としての最短焦点距離状態、(b)は中間焦点距離状態、(c)は望遠端としての最長焦点距離状態の諸収差を示している。収差図中のdはd線(587.6mm)、gはg線(435.8mm)についての収差を示しており、また収差図中の非点収差における破線はメリジオナル像面、実線はサジタル像面を表している。

各収差図の比較より、広角端から望遠端にわたり諸収差が極めてバランス良く補正されていることが明らかである。

【発明の効果】

本発明によれば、最大画角60°を含み、3倍程度のズーム比を有しながら、1.3枚程度の極め

て少ないレンズ構成数で優れた結像性能を有する全長の短いコンパクトなズームレンズを安価に達成することができる。

これにより、レンズの軽量化及び携帯性に優れるのみならず、操作性における格段なる向上が期待できる。

4. 図面の簡単な説明

第1図、第3図、第5図、第7図、第9図はそれぞれ順に本発明の第1実施例～第5実施例におけるレンズ構成図である。第2図(a)は本発明の第1実施例における広角端での諸収差図、第2図(b)は本発明の第1実施例における中間焦点距離状態での諸収差図、第2図(c)は本発明の第1実施例における望遠端での諸収差図である。第4図(a)は本発明の第2実施例における広角端での諸収差図、第4図(b)は本発明の第2実施例における中間焦点距離状態での諸収差図、第4図(c)は本発明の第2実施例における望遠端での諸収差図である。第6図(a)は本発明の第3実施例における広角端での諸収差図、第6図(b)は本発明の第3実施例における

中間焦点距離状態での諸収差図、第6図(c)は本発明の第3実施例における望遠端での諸収差図である。第8図(a)は本発明の第4実施例における広角端での諸収差図、第8図(b)は本発明の第4実施例における中間焦点距離状態での諸収差図、第8図(c)は本発明の第4実施例における望遠端での諸収差図である。第10図(a)は本発明の第5実施例における広角端での諸収差図、第10図(b)は本発明の第5実施例における中間焦点距離状態での諸収差図、第10図(c)は本発明の第5実施例における望遠端での諸収差図である。

(主要部分の簡単な説明)

G₁…第1レンズ群

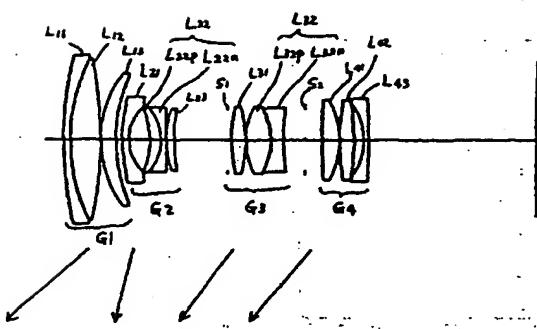
G₂…第2レンズ群

G₃…第3レンズ群

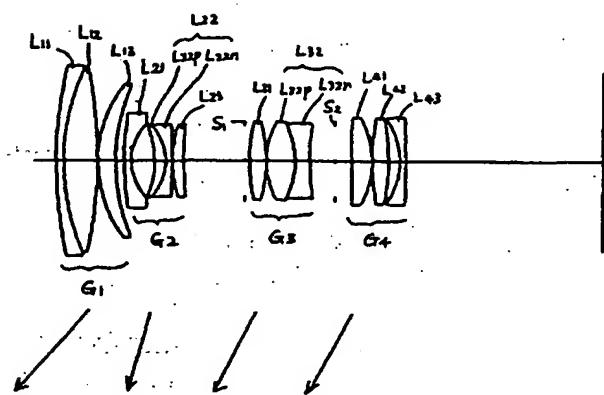
G₄…第4レンズ群

出願人 株式会社 ニコン

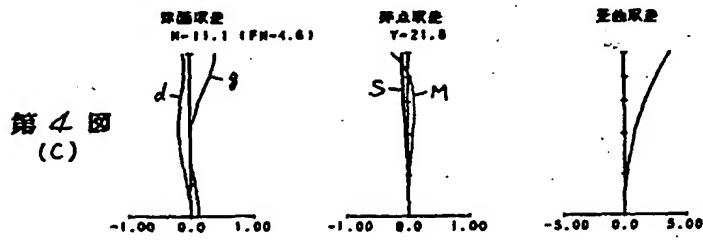
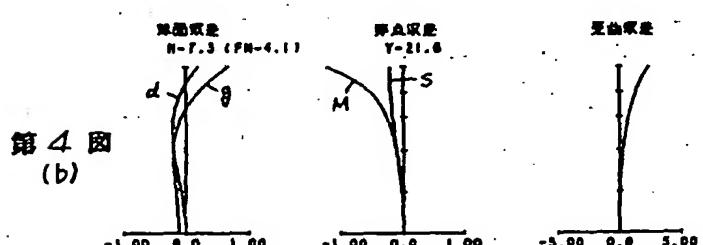
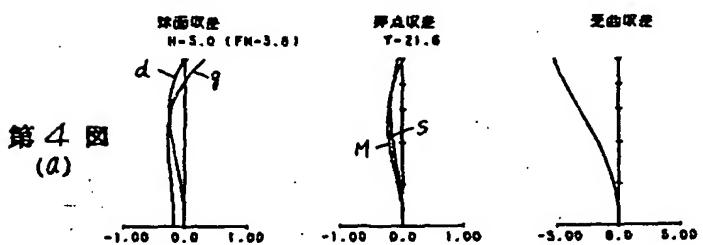
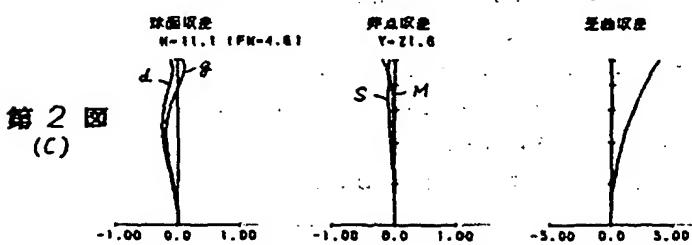
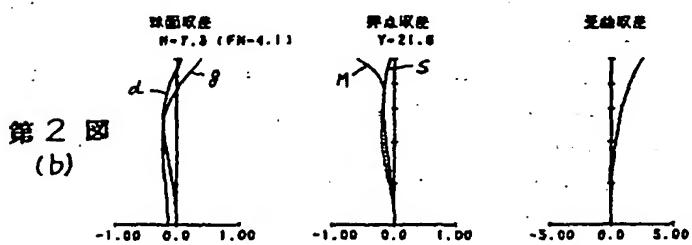
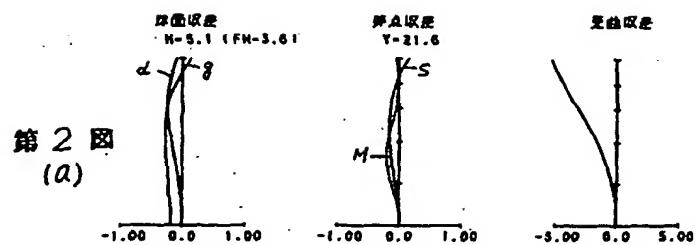
代理人 弁理士 渡辺隆男

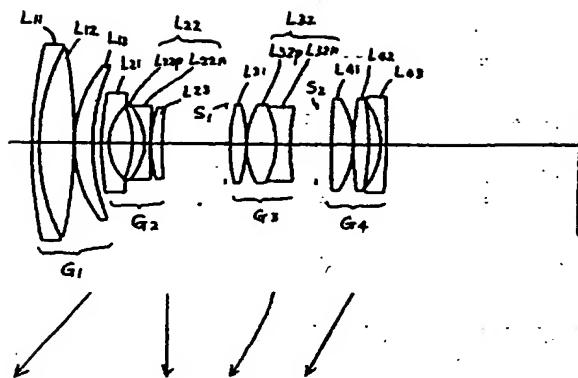


第1図

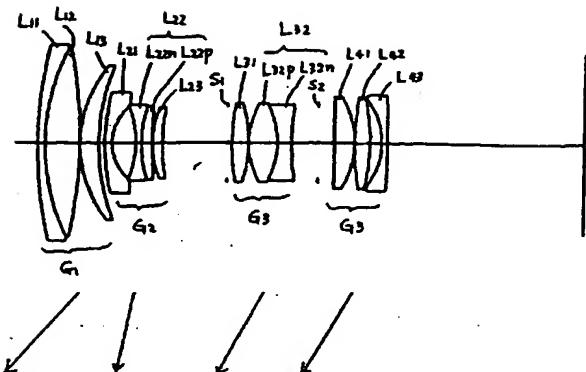


第3図

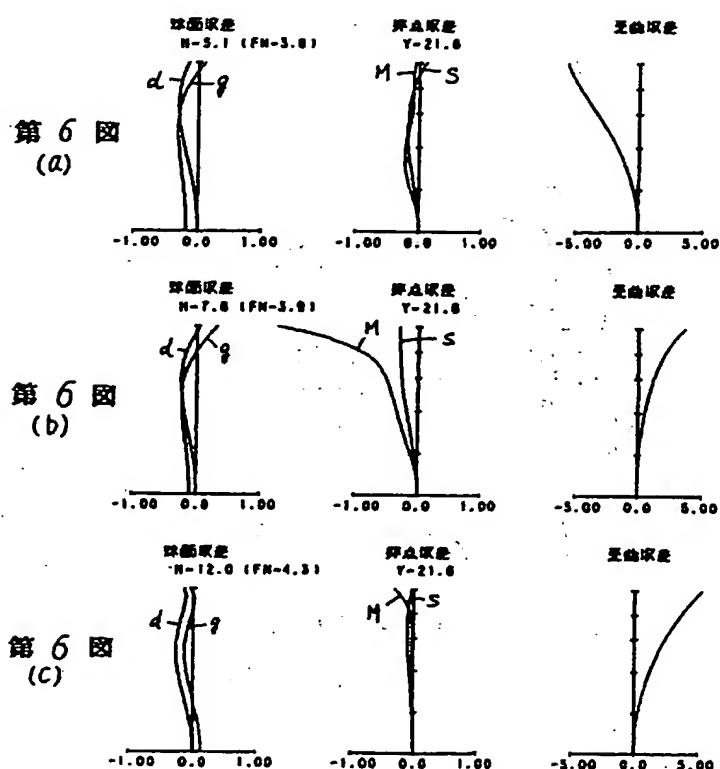


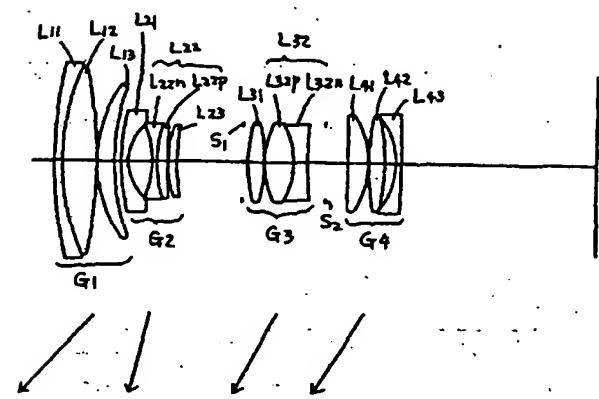
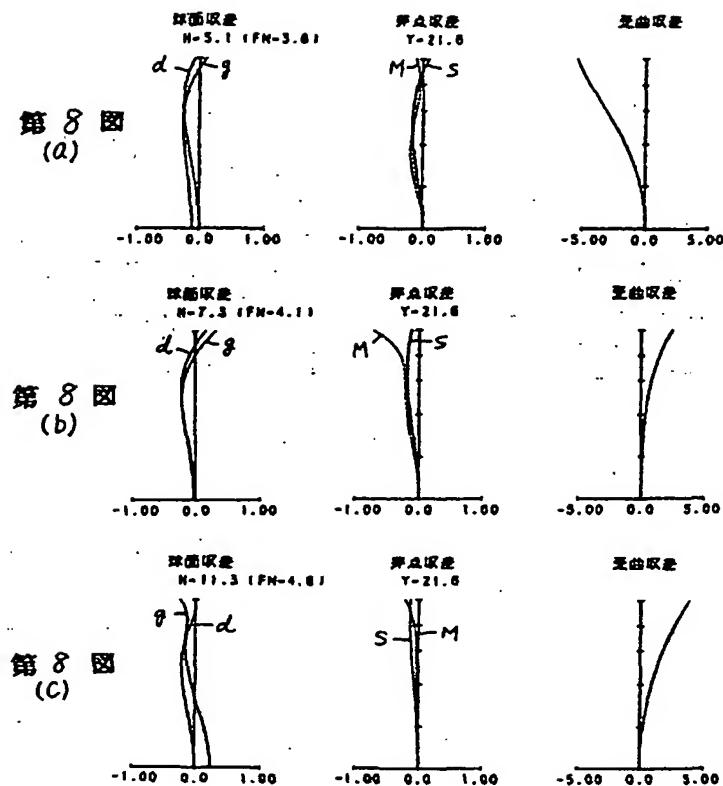


第5図



第7図





第9図

